

ゴム緩衝材設置時の桁間衝突応力に及ぼす桁重量の影響

東海大学大学院 学生会員 ○水越 基貴
東海大学大学院 学生会員 難波 達郎
東海大学工学部 正会員 近藤 博

1. はじめに

地震時の桁間衝突応力を低減するためにゴム緩衝材を設置する事例が増えてきている。また、桁間衝突等に起因した落橋防止の観点から、連続桁化が検討されている¹⁾。しかし、連続桁化が衝突応力に及ぼす影響等については検討されていないようである。北原ら²⁾は、桁長 1.0mの桁供試体で質量を変えて実験を行い、最大衝撃力は桁供試体の総質量と比例関係にあるとしている。しかし、著者らは一連の桁間衝突応力に関する研究から、桁質量が同一の場合、衝突応力に及ぼす桁長の影響が大きいことを確認³⁾するとともに、桁長が長くなったときにある値に衝突応力が収斂する可能性をインピーダンス法を適用したシミュレーション計算で示した⁴⁾。

本研究は、桁供試体の長さを4段階、桁断面積を2段階と変化させて、振り子スタイルで桁間衝突実験を行い、桁間衝突応力に及ぼす桁重量、桁長及びゴム緩衝材の厚さと面積等の影響について検討したものである。

2. 実験装置と実験方法

ゴム緩衝材：表-1 に用いたゴム緩衝材の硬度、厚さ、直径を示す。

桁供試体：表-2 に採用した桁供試体の寸法を示す。桁供試体 A, B, C 及び D は直径 25mm で、長さはそれぞれ、0.5m, 1.0m, 2.0m 及び 3.0m となっている。よってこれらの桁供試体により桁長の影響が検討できることになる。桁供試体 E は、直径 35mm, 長さ 1.0m で桁供試体 C と重量は同じになっている。被衝突体の衝突面から 100mm の位置に応力波測定のための半導体ゲージを、曲げの影響を排除するために対称に貼付した(図-1)。以後、桁供試体 A を桁 A のように記す。

実験装置：図-1 は、実験装置の概要を示したものである。衝突実験は桁供試体をワイヤーで吊り下げ、衝突体を振り子スタイルで被衝突体に衝突させる方式で行った。衝突速度は、1.0m/s と 2.0m/s の2段階で実施した。応力波をサンプリングタイム 1 μ s でロガーステーションを用いて収録・処理した。

3. 実験結果と検討

桁重量について：図-2 は桁 B, C, E での実験波形(衝突速度：1m/s, 緩衝材径：25mm, 厚さ 10mm)を並べて示したものである。図から桁重量が 2 倍でも、桁長が同一の場合は衝突応力はほぼ同じ値になった。一方、桁長が 2 倍である桁 C の衝突応力が桁 E の約 1.4 倍になっていることがわかる。よって、桁長と衝突応力の関係についての検討が重要に

表-1 ゴム緩衝材

ゴムの硬度	ゴム厚(mm)	ゴムの直径(mm)
30	10, 20	25, 35
50	10, 20	25, 35
70	10, 20	25

表-2 桁供試体の種類と寸法

桁供試体	桁長(m)	桁の直径(mm)
A	0.5	25
B	1.0	25
C	2.0	25
D	3.0	25
E	1.0	35
F	1.0	変則25

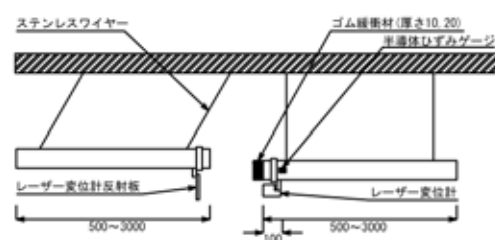


図-1 実験装置の概要

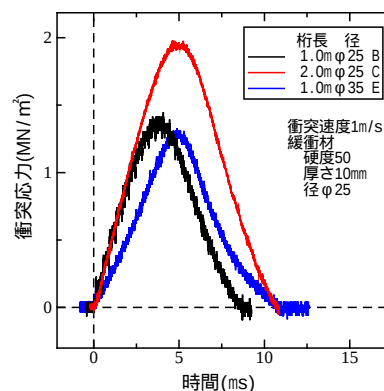


図-2 桁重量の影響

キーワード：桁間衝突, ゴム製緩衝材, インピーダンス法, 模型実験

東海大学工学部土木工学科 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 TEL0463-58-1211

なる。

桁長について:図-3 は桁 A,B,C,D での実験波形(衝突速度:1m/s,緩衝材径:25mm,厚さ 10mm)を並べて示したものである。桁長が長くなるにつれ,衝突応力が増加する様子がわかる。また,図-4 は,このときの緩衝材への载荷速度と圧縮量の関係を示したものである。図から,桁長が長くなると载荷速度の低下の割合が小さいことと,緩衝材の圧縮量が大きくなることわかる。よって,桁長が長くなると,衝突応力が大きくなる原因は,緩衝材の载荷速度効果と圧縮量が大きくなることに起因しているものと考えられる。

衝突応力の回帰による予測:図-5 は,図-3 での衝突応力と桁長の関係を示したものである。図中のプロットは実験結果を,曲線は衝突応力が飽和するとの判断から指数曲線 $\sigma = \sigma_{\max}(1 - e^{-L/\lambda})$ で回帰したものである。指数曲線は実験値をよく回帰しているとともに,桁長 15m程度で衝突応力が飽和の様子がわかる。そのときの衝突応力は $4.38(\text{MN}/\text{m}^2)$ で,桁長 1mでの衝突応力の約 3 倍になった。

緩衝材の面積について:図-6 は桁 E で緩衝材の直径が 25mm と 35mm での実験波形を並べて示したものである。図から,衝突速度 1m/s の場合には,緩衝材直径が 35mm での応力値のほうが大きくなったが,衝突速度が 2m/s になると,逆に緩衝材直径の小さいほうの応力値が大きくなった。これから,衝突応力の大きさは,ゴム緩衝材の面積と変形係数の両者と比例的関係を示すことがわかる。すなわち,衝突速度が小さく,緩衝材の圧縮量の小さいときは面積の影響割合が大きくなる。衝突速度が大きくなり,緩衝材の圧縮量が大きくなると,より圧縮量の大きくなる面積の小さな緩衝材の変形係数がハードニング効果により急に大きくなり,面積の小さな緩衝材での衝突応力が大きくなったと推察される。

緩衝材の硬度について:スペースの関係上,ここでは割愛させていただきます。発表当日報告したいと思います。

4.まとめ

ゴム緩衝材設置時の衝突応力に及ぼす桁重量等の影響について検討し,次のことが分かった。

1. 桁重量の問題を扱う際は,桁断面積より桁長の影響の方が大きく,落橋防止の観点からの連続桁化は,検討が必要である。
2. 桁長-衝突応力の関係は指数分布曲線で回帰できる傾向を示した。
3. 衝突速度によりゴム緩衝材の最適な面積が存在する。
4. 桁長 1.0m 以下の場合,衝突応力と緩衝材硬度は比例的関係を示した。しかし,桁長 3m で衝突速度 2m/s の場合,硬度 30 の衝突応力が硬度 70 での値より大きくなり,桁長や衝突速度によって最適な硬度が存在するようである。

参考文献

- 1) 運上茂樹: 最近の地震による橋梁被害と耐震性向上策, 第 52 回道路講習会, No. 10, pp. 10-1-10-18, 2004
- 2) 北原武嗣, 梶田幸秀, 西本安志, 香月智: 鋼材質量を考慮したゴム製緩衝材の衝撃力低減効果に関する桁間衝突実験, 第 28 回地震工学研究発表会報告集, 2005.
- 3) 近藤博, 水越基貴, 難波達郎, 本間重雄: 桁間衝突におけるゴム緩衝材の緩衝効果に及ぼす桁形状の影響, 土木学会, 地震工学論文集, 2005.
- 4) 近藤博, 木村修一, 鈴木勝也, 本間重雄: インピーダンス法による桁間衝突のモデル化とゴム材の緩衝効果について, 土木学会論文集 No. 752/I-66, pp. 193-202, 2004.

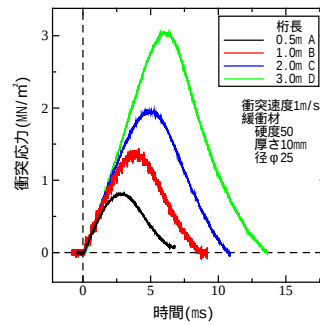


図-3 桁長の影響

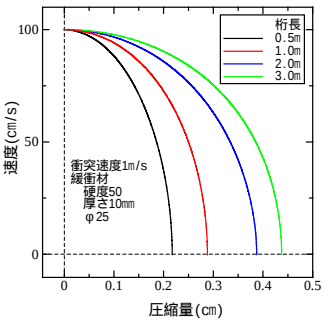


図-4 速度 - 圧縮量関係

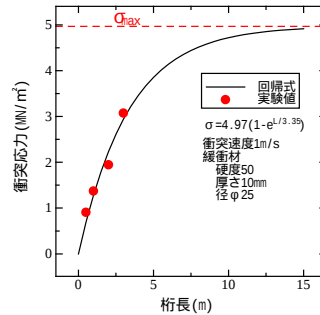
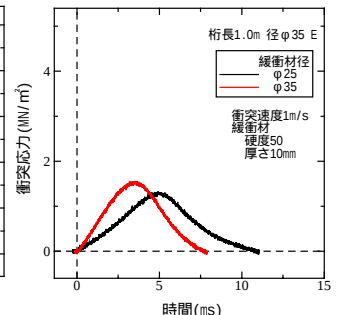
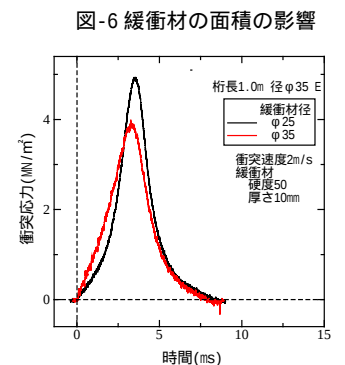


図-5 桁長と衝突応力の関係



(a) 衝突速度 1m/s



(b) 衝突速度 2m/s

図-6 緩衝材の面積の影響